

Aus der chirurgischen Abteilung der Universitätskinderklinik Zürich
Chefarzt: PD. Dr. M. Grob

**Über die operative Behandlung
der Frakturen des distalen Humerusendes
im Kindesalter**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität
ZÜRICH

vorgelegt von
RENÉ SCHARPFF
von Zürich

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. A. Brunner
und PD. Dr. M. Grob

Zürich 1954
Druck von Benno Schwabe & Co.
Basel



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507227_0137

Aus der chirurgischen Abteilung der Universitätskinderklinik Zürich
Chefarzt: PD. Dr. M. Grob

**Über die operative Behandlung
der Frakturen des distalen Humerusendes
im Kindesalter**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität
Z Ü R I C H

vorgelegt von
RENÉ SCHARPFF
von Zürich

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. A. Brunner
und PD. Dr. M. Grob

Zürich 1954
Druck von Benno Schwabe & Co.
Basel



Sonderdruck aus der «Helvetica Chirurgica Acta» Vol. 20, 1953, Fasc. 6

Unter den Knochenbrüchen, die im Kindesalter beobachtet werden, nehmen die Frakturen des distalen Humerusendes wegen der Schwierigkeiten, die sich oft bei ihrer Behandlung ergeben, eine besondere Stellung ein. Während es im allgemeinen leicht gelingt, bei kindlichen Knochenbrüchen eine befriedigende Reposition der Fragmente zu erzielen, ist dies bei den Frakturen im Bereiche des Ellbogens mit den üblichen konservativen Methoden oft nicht möglich. Da aber im Hinblick auf die Funktion des Ellbogengelenkes eine möglichst gute Reposition der Fragmente erstrebenswert erscheint, steht hier nicht selten die Frage einer operativen Versorgung zur Diskussion.

Die operative Frakturbehandlung hat heute gegenüber früher allgemein an Bedeutung gewonnen. Dazu haben nicht nur die Entwicklung neuer operativer Verfahren und die Verwendung geeigneterer Fixationsmaterialien aller Art beigetragen, sondern auch die Möglichkeit, die früher gefürchtete Wundinfektion durch Chemotherapeutica und Antibiotica weitgehend zu beherrschen. Auch bei Kindern wird man sich heute deshalb leichter zu einer operativen Frakturbehandlung entschließen können, doch wird hier nach wie vor aus folgenden Gründen die Indikation dazu wesentlich seltener gestellt werden als beim Erwachsenen.

Schwere Dislokationen der Fragmente sind beim Kinde wegen des relativ widerstandsfähigen Periostschlauches eher selten, und zudem lassen sich beim jugendlichen Individuum die Kräfte, die sich einer Reposition entgegensetzen, leichter überwinden. Die Heilungstendenz der Frakturen bei Kindern ist wesentlich größer und die Konsolidation erfolgt rascher als beim Erwachsenen, so daß selbst stärkere Dislokationen in relativ kurzer Zeit durch einen soliden und tragfähigen Callus überbrückt werden. Das jugendliche Skelett ist ferner noch im Wachstum und damit in einem intensiveren Umbaue begriffen. Es besteht deshalb eine weitgehende Adaptationsfähigkeit, die um so mehr ins Gewicht fällt, je jünger das Individuum ist. Achsenabweichungen nach Frakturen können sich deshalb im Laufe der Zeit wesentlich oder sogar vollständig ausgleichen.

All diese Faktoren, die oft unterschätzt werden, sind zu berücksichtigen, bevor man sich bei einer Fraktur im Kindesalter zu einer operativen Behandlung entschließt. Es ist deshalb in diesem Alter für die Indikations-

stellung zu einem operativen Eingriff im allgemeinen ein strengerer Maßstab anzulegen als beim Erwachsenen.

Bei den Frakturen im Bereiche des distalen Humerusendes im Kindesalter ergeben sich nun oft eine Reihe ungünstiger Umstände, die die Behandlung dieser Verletzungen erschweren und das Heilungsergebnis beeinträchtigen können. Die Dislokation der Fragmente *ad latus*, *ad axem*, aber auch *ad peripheriam* ist oft erheblich, und die peripheren Fragmente sind meist so klein, daß sie bei der manuellen Reposition kaum eine direkte Handhabe bieten. Aus dem gleichen Grunde ist auch die Retention der Fragmente oft mit großen Schwierigkeiten verbunden. Meist handelt es sich um intraartikuläre oder gelenknahe Frakturen, die mit starken Blutergüssen und Zerreißen der Kapsel des Ellbogengelenkes einhergehen. Die Bruchflächen verlaufen in unmittelbarer Nähe der in diesem Alter noch vorhandenen Epiphysenfugen oder setzen sich in diese fort, so daß totale oder partielle Epiphyseolysen entstehen, die bei ungenügender Reposition zu Wachstumsstörungen und bleibenden Deformationen führen können. Dies sind die Gründe, weshalb sich im Kindesalter gerade bei diesen Frakturen häufiger eine operative Behandlung aufdrängt als bei den meisten Frakturen anderer Lokalisation.

Dabei ist aber auch zu berücksichtigen, daß der operative Eingriff bei diesen Frakturen selbst nachteilige Folgen haben kann. Die oft notwendige, breite Eröffnung des Ellbogengelenkes, die Durchtrennung der Gelenkkapsel, der Muskulatur und des Knochens setzen zusätzliche Narben, die durch Schrumpfung das funktionelle Resultat beeinträchtigen können, besonders wenn die Wundheilung durch Hämatome oder gar Wundinfektionen gestört wird. Es erhebt sich deshalb die Frage, ob sich die blutige Behandlung dieser Brüche im Kindesalter überhaupt lohnt, oder ob der Satz von *Ombredanne*, der sich auf die kondylären Querfrakturen des Humerus bezieht, noch immer seine Berechtigung hat: «Après cette opération pourtant si simple, si théoriquement satisfaisante, les raideurs du coude sont la règle, les ankyloses fréquentes.»

Es mag deshalb von Interesse sein, wenn wir im folgenden an Hand von 57 Fällen, die wegen Frakturen am distalen Humerusende auf der chirurgischen Abteilung der Universitätskinderklinik Zürich operativ behandelt wurden, über die Art des Vorgehens und insbesondere über die erzielten Resultate berichten. Bevor wir aber darauf eintreten, sei auf die besonderen Verhältnisse dieser Brüche und auf ihre konservative Behandlung, wie sie bei uns üblich ist, hingewiesen.

Die Ellbogenfrakturen kommen im Kindesalter relativ häufig vor. Nach einer Statistik von *Preiss*, die auf dem Material unserer Klinik basiert, stehen sie in bezug auf die prozentuale Verteilung der Frakturen auf die einzelnen Knochen mit 16,3% an dritter Stelle. Sie sind in diesem Sinne etwa 10mal häufiger als beim Erwachsenen. Dies erklärt sich einerseits aus

der Häufigkeit, mit der Kinder auf die ausgestreckte obere Extremität stürzen, anderseits aus einigen anatomischen Besonderheiten der Ellbogenregion.

Der röhrenförmige Humerusschaft flacht sich gegen das Ellbogengelenk hin in dorsovolarer Richtung ab und teilt sich in zwei auseinanderweichende Pfeiler, auf die sich Trochlea und Capitulum humeri abstützen. Über der Trochlea und zwischen diesen Pfeilern liegt volar die Fossa cubiti, dorsal die Fossa olecrani, deren Exkavationen die Knochendicke in dieser Gegend weiter reduzieren. Es ist deshalb verständlich, daß eine Scherkraft, die bei direkten oder indirekten Traumen auf die Ellbogengegend wirkt, besonders in dieser Zone zu einer Fraktur führt. Die Frakturen des distalen Humerusendes überwiegen bei Knaben, da diese bekanntlich Traumen eher ausgesetzt sind als Mädchen. In bezug auf die Frakturform lassen sich vier Hauptgruppen unterscheiden, die sich nach *Mouchet* wie folgt verteilen:

1. Kondyläre Querbrüche	36%
2. Fraktur des Condylus radialis	29%
3. Fraktur des Epicondylus ulnaris	22%
4. Übrige Formen	13%

Der Verlauf der Frakturlinien und die Art der Dislokation ist in erster Linie vom Unfallmechanismus, d. h. von der Richtung der Krafteinwirkung abhängig, doch besteht auch eine gewisse Beziehung zum Alter des Patienten. Während die kondylären Querbrüche und die Frakturen des Condylus radialis in jedem Alter anzutreffen sind, bevorzugen die Epicondylusfrakturen eher das Pubertätsalter. Es handelt sich dabei um Epiphysenlösungen, die durch den gleichen Mechanismus hervorgerufen werden, der beim Erwachsenen zur Luxation führt.

Bei den kondylären Querbrüchen werden nach *Kocher* die Flexions- von den Extensionsfrakturen unterschieden. Bei den seltenen Flexionsbrüchen (1%), die nach direktem Aufschlag auf das Olecranon entstehen, disloziert das periphere Fragment nach vorn, bei den häufigeren Extensionsbrüchen (99%) nach hinten. Letztere entstehen nach Sturz auf die ausgestreckte Hand. Da dabei aber häufig der Vorderarm sich in Flexionsstellung befindet, entspricht der Ausdruck «Extensionsfraktur» nicht ganz den Tatsachen.

Klinisch lassen sich die oben erwähnten drei wichtigsten Frakturformen oft nicht mit Sicherheit voneinander abgrenzen. Bei den diakondylären Querbrüchen fällt gelegentlich bei der Besichtigung der Ellbeuge kurz nach dem Trauma eine von *Kirmisson* beschriebene, quer verlaufende, linienförmige Sugillation auf. Am eindrucklichsten aber ist der oft rasch wachsende große Bluterguß, der alle Gelenkkonturen verwischt. Das Bild gleicht dann inspektorisch demjenigen einer Luxation. Während bei dieser aber die Lagebeziehung der Epikondylen und des Olecranons gestört ist, liegen diese drei Punkte bei den diakondylen Querbrüchen wie normalerweise in einer Linie. Ist im Bereiche der Ellenbeuge die Haut verletzt, so ist dies

oft ein Zeichen einer Durchspießung derselben durch das proximale Humerusfragment im Momente des Sturzes; es liegt somit in diesem Falle eine offene Fraktur vor. Die Palpation ergibt meist eine starke diffuse Druckempfindlichkeit und deutliche Krepitation, wobei das periphere Fragment bei noch flüssigem Hämatom auffallend stark verschieblich sein kann. Durch den Zug des M. triceps wird das Fragment nach dorsal und proximal gezogen, so daß der Humerus verkürzt erscheint. Seitliche Dislokationen sowie Achsenabweichungen im Sinne einer Varität, seltener einer Valgität, sind häufig zu beobachten. All diese Veränderungen führen zu einer ausgesprochenen Schmerzhemmung aller Bewegungen im Ellbogengelenk.

Bei den Brüchen im Bereiche des Condylus und Epicondylus sind die pathologischen Befunde eher umschrieben, wobei auch hier das Fragment anfänglich gut palpiert werden kann, da es direkt unter der Haut liegt. Da gleichzeitig der seitliche Bandapparat verletzt ist, kommt es zu einer Subluxation des Ellbogens nach radial oder ulnar und somit zu einer Valgität oder Varität. Neben dem schmerzbedingten Bewegungsausfall entwickelt sich oft noch eine mechanische Blockierung des Gelenkes, wenn das abgebrochene Fragment im Gelenkspalt eingeklemmt wird. Bei diesen Frakturformen sind ganz besonders die Pronation und die Supination schmerzhaft.

Die klinische Beurteilung all dieser Brüche ist aber durch die Kleinheit der peripheren Fragmente, durch den meist großen Bluterguß und die starke Schmerzhaftigkeit sehr erschwert oder unmöglich, so daß man zur Bestimmung des Frakturverlaufes und der Dislokationen hier ganz besonders auf das Röntgenbild angewiesen ist. Dieses zeigt bei Kindern den meist typischen diakondylären queren Verlauf der Frakturlinie im Gegensatz zum suprakondylären und oft schrägen Verlauf der Bruchlinie beim Erwachsenen. Besteht bei diesen Querfrakturen keine grobe Dislokation, so kann die Bruchlinie im a/p-Bilde kaum erkennbar sein, wohl aber in der seitlichen Aufnahme. Verschiebungen ad peripheriam können oft nur röntgenologisch erfaßt werden, auch wenn sie so ausgeprägt sind, daß das periphere Fragment um 90° verdreht ist und auf dem proximalen Bruchstück reitet. Diese Dislokationen sind im Hinblick auf die Reposition besonders wichtig. Auch die Achsenabweichungen im Sinne der Varität oder der Valgität sind nur durch das Röntgenbild genauer festzustellen, da diese klinisch durch die Beugefixation des verletzten Gelenkes nicht in Erscheinung treten. Dabei leistet die Konstruktion der Kondylenlinie nach *Kälin* auf dem a/p-Bilde wertvolle Dienste: Verbindet man die beiden äußersten Punkte der Kondylen miteinander, so steht diese Verbindungslinie normalerweise senkrecht zur Humerusachse. Auf diese Art kann die Varität und Valgität genau gemessen werden, was besonders für die Beurteilung der Kontrollbilder nach der Reposition von Bedeutung ist. Bei der Fraktur des Condylus radialis erscheint das Fragment im Röntgenbilde infolge des

Muskelzuges oft verdreht, wobei die Gelenkfläche desselben nach volar und ulnar gerichtet ist. Die Brüche des Epicondylus ulnaris schließlich werden wegen der Kleinheit des Knochenkernes röntgenologisch leicht übersehen. Im Zweifelsfalle kann bei fehlender Dislokation die Diagnose dadurch gesichert werden, daß bei der Durchleuchtung der Nachweis der Beweglichkeit des Knochenkernes erbracht wird.

Bei den Frakturen des distalen Humerusendes können nicht selten folgeschwere Komplikationen durch primäre Schädigung der Nerven und Gefäße hinzutreten. Bei den Querfrakturen mit starker Dislokation sind besonders die Arteria cubiti und der Nervus medianus einer Läsion durch das proximale gegen die Ellenbeuge vorspringende Bruchstück ausgesetzt. Damit im Zusammenhang muß auch die Volkmannsche Kontraktur erwähnt werden, die als Folge einer direkten Läsion der Arteria cubitalis oder einer Kompression derselben durch ein unter Druck stehendes subfasciales Hämatom entstehen kann. Diese stellt zweifellos die am meisten gefürchtete aber eher seltene Komplikation dar, auf die später nochmals eingegangen werden soll. Ulnarisparese treten besonders bei den Frakturen des Epicondylus ulnaris mit Subluxation des Ellbogens auf.

Die konservative Reposition der diakondylären Humerusfrakturen wird am besten in folgender Weise durchgeführt: In tiefer Narkose wird ein lang dauernder stetiger Zug am rechtwinklig gebeugten Vorderarm in der Achse des Oberarmes ausgeübt. Erst nachdem so die Verkürzung behoben ist, was oft 5–10 Minuten dauert, wird das Ellbogengelenk unter stetem Zuge maximal stark flektiert, so daß der Oberarm gleichsam am Vorderarm geschient wird. In weitaus den meisten Fällen kann auf diese Weise eine befriedigende Stellung der Bruchstücke erreicht werden. Auch die seitlichen und peripheren Dislokationen gleichen sich so oft spontan aus. Die bei der Einrichtung der suprakondylären Frakturen der Erwachsenen empfohlene Pronationsstellung der Hand ist bei den diakondylären Frakturen der Kinder erfahrungsgemäß ohne Einfluß auf die Fragmentstellung. Nach der Reposition erfolgt die Retention durch eine gepolsterte dorsale Gipsschiene bei stark flektiertem Ellbogengelenk, wobei der Puls der A. radialis noch normal spürbar bleiben muß. Der Arm wird entweder auf Kissen oder durch Fixation der Gipsschiene an einer Aufhängevorrichtung hochgelagert. Eine genaue Kontrolle der Zirkulationsverhältnisse ist während der ersten Tage unerläßlich. Bei Schmerzen, Parästhesien oder Ödem im Bereiche der Hand muß der ganze Verband vollständig aufgeschnitten und nötigenfalls das Ellbogengelenk etwas deflektiert werden.

Zirkuläre und ungepolsterte Gipsverbände sind wegen der starken Weichteilschwellung und der Gefahr von Zirkulationsstörungen (ischämische Kontraktur) abzulehnen. Die Schienung des Oberarmes durch den stark flektierten Vorderarm ist oft so gut, daß einige Binden- oder Heftpflastertouren um Vorder- und Oberarm unter Freilassung der Ellbogengegend

genügen, worauf schon *Ombrédanne* und *Siris* hingewiesen haben. Die Reposition durch Zug am gestreckten Vorderarm, die von verschiedenen Autoren empfohlen wird, führt leicht zu Schädigungen von Gefäßen und Nerven und durch Überdrehung des M. brachialis zu Myositis ossificans. Die Extensionsbehandlung dieser Frakturen mittels Heftpflaster- oder Drahtzügen verhindert wohl eine sekundäre Kapselschrumpfung und erleichtert deshalb die funktionelle Nachbehandlung; mit ihr gelingt es aber selten, stärkere Dislokationen, insbesondere Verschiebungen ad peripheriam, in genügendem Maße auszugleichen.

Neben einer guten Reposition ist für das funktionelle Resultat eine sachgemäße Nachbehandlung dieser Frakturen entscheidend. Nach dreiwöchiger Fixation wird der Gipsverband entfernt und mit Bewegungsübungen begonnen. Dabei hat die Überwindung der meist vorhandenen Kontraktur im Ellbogengelenk in erster Linie durch aktive Bewegungen zu erfolgen. Alle gewaltsamen, passiven Bewegungsversuche wirken sich ungünstig aus. Sie sind nicht nur schmerzhaft, sondern führen zu neuen Kontrakturen, gelegentlich sogar zu Verkalkungen der Gelenkkapsel und unerwünscht starker Callusbildung. Die aktive Bewegungstherapie, unterstützt durch lokale Wärmeapplikation in Form von Wickeln, Salzbädern und Kurzwellen, muß bis zur Normalisierung der Beweglichkeit fortgeführt werden, was gewöhnlich 1–3 Monate dauert.

Während es mit der konservativen Behandlung meistens gelingt, ein anatomisch und funktionell befriedigendes Resultat zu erzielen, kommt es doch in einer gewissen Zahl der Fälle, besonders infolge ungenügender manueller Reposition der Fragmente, zu dauernden und größeren Bewegungsausfällen. So konnte *Siris*, der 292 Kinder mit Ellbogenfrakturen nachkontrollierte, nur in 92% der Fälle gute Resultate verzeichnen. Von verschiedenen Autoren wie *Mc Lennan*, *Kim*, *Mc Donnell* und *Mroz* wird deshalb für diese schwierigen Fälle die operative Behandlung empfohlen. Diese ist nach den annähernd übereinstimmenden Angaben der Literatur – *Siris* ausgenommen – in etwa 20% der Fälle angezeigt.

Eigenes Material

Im Zeitraum von 1941–1950 wurden auf der chirurgischen Abteilung der Universitätskinderklinik Zürich 324 Kinder wegen Frakturen am distalen Humerusende behandelt. Die Indikation zu einer operativen Reposition wurde in 57 Fällen gestellt, was einem Prozentsatz von 17,8 entspricht. Mit Ausnahme von 6 Kindern konnten diese nachkontrolliert werden. Das Intervall zwischen Eingriff und Nachkontrolle beträgt bei 4 Kindern weniger als ein Jahr, bei den übrigen 1–9, bei Berücksichtigung aller Fälle durchschnittlich 4–5 Jahre. In bezug auf die Bruchform verteilen sich diese operativ behandelten Frakturen wie folgt:

Bruchformen	Operiert	Kontrolliert
1. Diakondyläre Frakturen	39	35
2. Fraktur des Condylus radialis . . .	8	7
3. Fraktur des Epicondylus ulnaris . .	10	9
	57	51

Da sich diese 3 Gruppen hinsichtlich der Indikationsstellung und in bezug auf die Operationstechnik ganz verschieden verhalten, sollen sie getrennt besprochen werden.

1. Kondyläre Querfrakturen

Die Indikation zum operativen Vorgehen bei dieser Frakturform bildete in erster Linie die schlechte Stellung der Fragmente nach ein- bis zweimaligen Repositionsversuchen. Dabei waren zwei Möglichkeiten gegeben: In den einen Fällen gelang die manuelle Reposition primär nicht, in andern Fällen ließen sich die Fragmente durch maximale Flexion des Ellbogens zwar reponieren, doch erlaubte die starke Schwellung eine Fixation in dieser Stellung wegen der Gefahr der Ischämie nicht. Die in diesen Fällen notwendige Deflexion führte aber wieder zu einer Verschlechterung der Fragmentstellung.

Das primäre Versagen der manuellen Reposition wurde besonders in jenen Fällen beobachtet, in denen das kleine periphere Fragment stark disloziert und in einem großen Hämatom sehr beweglich war. Auch wenn durch starken Zug am Vorderarm die Verkürzung und die Dislokation des peripheren Fragmentes nach dorsal ausgeglichen werden konnten, so gelang es meistens nicht, die seitliche Verschiebung genügend auszugleichen und gleichzeitig das Fragment in guter Stellung zu retinieren, da die sich berührenden Frakturflächen sehr schmal waren. Ebenfalls mußten Achsenabweichungen im Sinne der Varität oder Valgität von mehr als etwa 20° vermieden werden. Auch die Dislocatio ad peripheriam ließ sich bei starker Schwellung oft nicht ausgleichen. Die Verdrehung des distalen Fragmentes um 90° hat zur Folge, daß das Ende des Humerusschaftes auf der Vorderseite spornartig vorspringt, so daß es bei Konsolidation der Fraktur in dieser Stellung zu einer mechanisch bedingten stärkeren Einschränkung der Flexion kommt. Ein solcher Sporn kann bei jüngeren Kindern infolge des epiphysären Längenwachstums des Humerus mit der Zeit weiter diaphysenwärts wandern, so daß er die Flexion weniger behindert; bei älteren Kindern ist diese Korrektur jedoch kaum mehr von Bedeutung.

Seltener wurde die Indikation zum operativen Vorgehen aus anderen Gründen gestellt. Hieher gehört vor allem die drohende Ischämie des Vorderarmes infolge eines großen subfascialen Hämatoms. Treten primär

oder nach der manuellen Reposition Zeichen einer Ischämie wie heftige Schmerzen, Parästhesien, Pulslosigkeit oder Kontrakturen der Finger auf, und sind diese Erscheinungen selbst nach der Deflexion des Ellbogengelenkes progredient, so ist die Indikation zum sofortigen Eingriff, d. h. zur Ausräumung des Blutergusses und zur operativen Reposition und Fixation der Fraktur gegeben. Auch starke Blasenbildung der Haut, die eine sofortige Reposition und Retention im Gips verunmöglichten sowie Nervenlähmungen nach der manuellen Reposition waren Indikationen zur operativen Behandlung.

Über die Verteilung der verschiedenen Indikationen in unseren Fällen gibt folgende Übersicht Aufschluß:

a) Primär schlechte Stellung der Fragmente nach manueller Reposition	17 Fälle
b) Sekundär schlechte Stellung der Fragmente als Folge der notwendigen Deflexion	18 Fälle
c) Drohende Ischämie	1 Fall
d) Radialisparese nach manueller Reposition	1 Fall
e) Hautläsionen, die eine Versorgung der Fraktur erst nach 2–3 Wochen gestatteten	2 Fälle

Was den Zeitpunkt der Operation betrifft, so mußte diese in einem Fall von drohender Ischämie sofort nach der Einweisung vorgenommen werden. Bei zwei Kindern mit starker Blasenbildung im Bereiche des ganzen Ellbogens konnte der Eingriff anderseits erst 2–3 Wochen nach dem Unfall ausgeführt werden, der dann durch fortgeschrittene Callusbildung etwas erschwert war. Bei allen übrigen Fällen erfolgte die operative Reposition nach 1–3 manuellen Repositionsversuchen, durchschnittlich eine Woche nach dem Unfall.

Für die operative Reposition der diakondylären Querbrüche stehen zwei Methoden zur Verfügung: die Freilegung der Fraktur und die percutane Drahtung. Die klassische Freilegung der Fraktur kommt immer dann in Frage, wenn die primäre Reposition der Fragmente ungenügend oder gar nicht gelingt. In all denjenigen Fällen, in denen eine gute Fragmentstellung zwar erreicht, wegen der Gefahr der Ischämie aber nicht aufrechterhalten werden kann und in denen die notwendige Deflexion wieder zu einer Verschlechterung der Fragmentstellung führt, kommt als neuere, noch wenig bekannte Methode die percutane Drahtung in Betracht.

Für die Freilegung der Fraktur bestehen zwei Zugangswege: Nach *Kocher* geht man über dem Epicondylus ein- oder beidseits durch einen seitlichen Längsschnitt ein, präpariert medial den N. ulnaris frei und gelangt durch stumpfes Spalten der Muskulatur auf die Frakturstelle. Wenn hierbei der Zugang auch einfach ist, so bereitet die Reposition wegen mangelnder Übersicht über die Fraktur doch oft Schwierigkeiten. Unter Zug am Vorderarm wird das Fragment mit dem in die Wunde eingeführten Finger mehr

oder weniger blind reponiert. Daß die Reposition auf diese Art, besonders bei Interposition von Muskulatur, oft nur teilweise und mühsam gelingt, ist verständlich. Vor dem Wundverschluß erscheint deshalb eine Röntgenkontrolle angezeigt, was den Eingriff etwas kompliziert. Beim hinteren Zugang wird ein bogenförmiger Schnitt gelegt, der quer über das Olecranon verläuft und die beiden Epikondylen verbindet. Der N. ulnaris wird aus seiner Scheide freipräpariert und zu seinem Schutze mit einem Gazestreifen angeschlungen. Hierauf wird nach Durchsägung des Olecranons und Spaltung der seitlichen Kapsel von dorsal das Gelenk eröffnet. Die Olecranonspitze kann nun zusammen mit dem Ansatz des M. triceps mit einem scharfen Haken aufgeklappt werden. Nach querer Durchtrennung der dorsalen Gelenkkapsel von der Gelenkhöhle her kann die Frakturstelle in ihrer ganzen Ausdehnung überblickt werden. Die Reposition sowie die Fixation des Fragmentes bereiten so wesentlich geringere Schwierigkeiten, weshalb dieser Methode in schwierigeren Fällen, besonders bei starker peripherer Dislokation, der Vorzug zu geben ist. Dieser dorsale Zugang mit Aufklappung des Gelenkes kam in diesem Material 17mal, der seitliche nach *Kocher* nur 4mal zur Anwendung.

Zur Fixation des Fragmentes wurden bei 8 Kindern Nägel verwendet, bei allen anderen wurden je zwei Kirschner-Drähte mittels des Drahtnagelgerätes nach *Sachse* in der Weise eingeschlagen, daß sie die Kondylengegend des Fragmentes beidseits an den Schaft fixierten (vgl. Abb. 1-3). Die Draht-



Abb. 1. Diakondyläre Querfraktur mit starker Dislokation bei 5jähr. Knaben (W. K.).

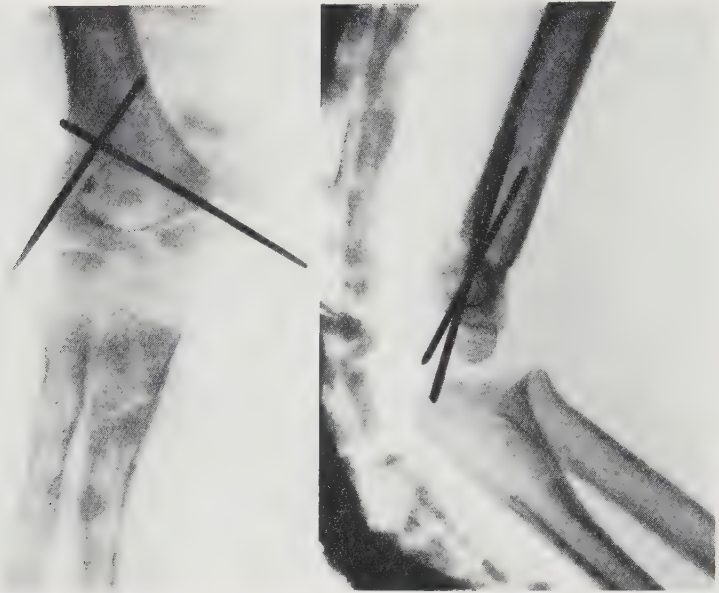


Abb. 2. Operative Reposition unter Durchtrennung des Olecranon. Fixation des Fragmentes mittels zweier Kirschner-Drähte.

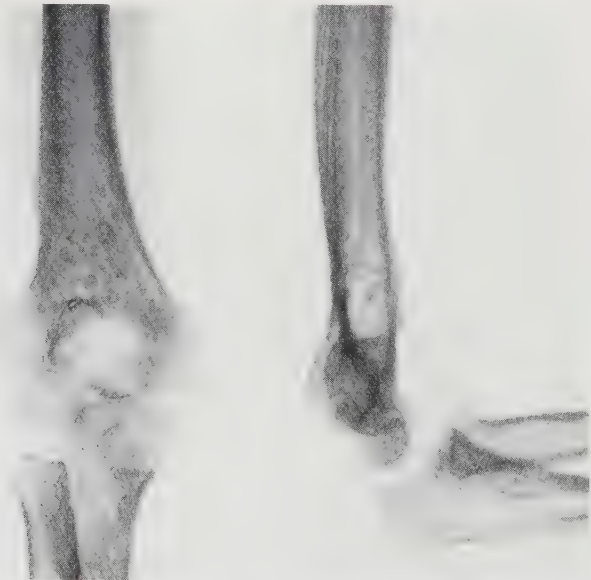


Abb. 3. Resultat $\frac{1}{2}$ Jahr nach dem Eingriff. Gelenksfunktion völlig normal.

enden wurden zur Wunde herausgeleitet, so daß sie nach erfolgter Konsolidation der Fraktur leicht entfernt werden konnten. Zur Fixation der Olecranonspitze an die Ulna wurde nach der Naht der hinteren Gelenkkapsel meist eine starke Seidennaht, seltener eine Drahtnaht, verwendet. Die Ruhigstellung erfolgte auf einer dorsalen Gipschiene in Mittelstellung des Gelenkes.

Komplikationen verschiedener Art wurden öfters beobachtet. Bei zwei Kindern traten Störungen der Wundheilung auf, indem es zur Nahtdehiszenz mit sekundärer Heilung kam. Infektionen des Gelenkes traten nie auf, da postoperativ immer Antibiotica verabreicht wurden. Die zur Wunde herausgeleiteten Drahtenden begünstigten oft den Abfluß eines Wundhämatoms, waren hingegen nie Ursache einer Infektion. In einem Falle kam es zu progredienten Zirkulationsstörungen, da sich postoperativ ein rasch wachsendes Hämatom bildete, das unter Druck stand und deshalb zur Ischämie des Vorderarmes führte. Dieser Zwischenfall erforderte die sofortige Ausräumung und Drainage des Hämatoms. Paresen im Anschluß an die Operation wurden bei 3 Kindern beobachtet, wobei es sich einmal um eine Radialisparese, zweimal um eine Ulnarisparese handelte. Nur in einem dieser Fälle war es während der Operation zu einer offensichtlichen groben Läsion durch Fassen des Nerven mit einer Gefäßklemme gekommen. Bei einem Patienten trat infolge ungenügender Fixation des Bruchstückes eine sekundäre Verschlechterung der Fragmentstellung auf. Bei zwei Kindern kam es im Bereiche der Olecranonnaht zur Pseudarthrosenbildung. Im einen Falle wurde die Olecranonspitze sekundär genagelt, aber die knöcherne Heilung blieb trotzdem aus.

Die Nachkontrolle konnte bei 21 der 23 operierten Kinder nach einem durchschnittlichen Intervall von $4\frac{1}{2}$ Jahren durchgeführt werden. Für die Beurteilung der Resultate wurden nebst den subjektiven Angaben in erster Linie die Röntgenbilder und die Messung der Bewegungsauslässe herangezogen.

Subjektiv klagte keiner der Patienten über Schmerzen, jedoch empfanden 7 Kinder eine gewisse Kraftlosigkeit der entsprechenden Hand. Diese Patienten wiesen alle eine Differenz der Dynamometerwerte beider Hände von mehr als 3 kg auf. Zwei Kindern fielen vor allem knarrende Gelenkgeräusche bei bestimmten Bewegungen des Ellbogens auf.

Die objektiven Befunde und die funktionellen Endresultate sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Aus dieser Übersicht ist folgendes hervorzuheben: Eine ausgesprochene Arthronose bestand nur bei 5 Patienten, bereitete aber nie wesentliche Beschwerden. Da es sich durchwegs um intraartikuläre Frakturen handelte und da das Gelenk zudem operativ breit eröffnet werden mußte, würde man erwarten, daß sich viel häufiger und in stärkerem Maße arthronotische Veränderungen einstellen würden. Die Ursache der Arthronose war meistens in einer Stufen- oder Pseudarthrosenbildung im

Bereiche der Olecranon-Osteotomie zu suchen, weniger in der Fraktur selber. Dies geht auch daraus hervor, daß in Fällen mit percutaner Drahtung – wie später gezeigt wird – nie Arthronosen auftraten.

Störungen der Sensibilität und Muskelparesen waren bei keinem der Kinder mehr nachweisbar. Dies ist bemerkenswert, denn es bestanden im ganzen bei 5 Kindern als Folge des Unfalls oder des Eingriffes Paresen des N. radialis oder des N. ulnaris. Die vollkommene Restitution der Funktion dieser Nerven beanspruchte meistens 1–4 Monate.

Maßgebend für die Beurteilung der Spätresultate waren jedoch in erster Linie die Bewegungsausschläge. Die in Tabelle 1 aufgeführten Fälle wurden deshalb im großen ganzen nach den funktionellen Resultaten (Exkursionsbreite) eingereiht. Dadurch können die Fälle in 3 Gruppen unterteilt werden: In der ersten Gruppe, die 10 Fälle umfaßt, beträgt der Flexions- und Extensionsausfall zusammen nicht mehr als 20° . In einer zweiten Gruppe von 7 Fällen beträgt dieser Bewegungsausfall $25-50^{\circ}$ und in der letzten Gruppe von 4 Fällen mehr als 50° . Normalerweise kann das Ellbogengelenk im Kindesalter auf $25-30^{\circ}$ flektiert und auf $180-190^{\circ}$ extendiert werden. Eine Hyperextension von 190° und mehr konnte bei graziilen Mädchen beobachtet werden. Bei der Beurteilung der Bewegungsausschläge darf angenommen werden, daß Ausfälle der Flexion und der Extension von $5-10^{\circ}$ bedeutungslos sind und solche von $10-20^{\circ}$ kaum störend wirken. Vergleichsweise kann erwähnt werden, daß die Versicherungen bei Erwachsenen im allgemeinen erst bei einem Beugeausfall von $30-45^{\circ}$ eine Invalidität anzuerkennen pflegen.

Die Behinderung der Flexion war in den 7 Fällen, in denen ein Ausfall von 20° und mehr festgestellt wurde, klinisch durch einen knöchernen Widerstand bedingt und konnte röntgenologisch geklärt werden. In 2 Fällen hatte sich im Bereiche des volaren Gelenkkapselansatzes am Humerus ein knöcherner Sporn gebildet. In den übrigen 5 Fällen hatte sich die Fraktur in relativer Antekurvatur konsolidiert. Normalerweise bildet die Längsachse der Trochlea und des Capitulum humeri mit der Achse des Humerus ein nach volar offenen Winkel, der auf der seitlichen Röntgenaufnahme gemessen werden kann und im Kindesalter normalerweise 130 bis 150° beträgt. Dieser Winkel betrug in den erwähnten 5 Fällen $150-180^{\circ}$. Durch diese Abweichung der distalen Gelenkfläche des Humerus kommt es bei der Flexion im Ellbogengelenk zu einem vorzeitigen Anschlag des Processus coronoideus der Ulna und vielleicht auch des Radiusköpfchens an der volaren Humerusfläche. In allen anderen Fällen mußten Kapselschrumpfung als Ursache der Flexionsbehinderung angenommen werden.

Funktionell weniger störend wirken sich Extensionsausfälle aus, besonders wenn sie weniger als 20° betragen. Sie waren in der Regel durch arthrotische Veränderungen im Bereiche der Olecranon-Osteotomie, vor allem in Form von Spornbildungen, bedingt.

Tabelle I
Resultate der operativ reponierten diakondylären Frakturen

Alter	Besonderheiten post op.	Kontrolle nach Unfall	Arthrose	Flexions- ausfall	Extensions- ausfall	Exkursions- breite	Achsenstell. Vr = Valgus. Vg = Valgus.	Sensibilität und Motorik	Besonderheiten im Verlauf
SA 9j.	—	5 J.	—	—	—	165°	Vr 10°	o. B.	—
HP 8j.	—	6 J.	—	5°	—	155°	Vr 5°	o. B.	—
SL 4j.	—	9½ J.	—	5°	5°	140°	—	o. B.	—
WK 5j.	Callus luxurians	1½ J.	—	—	10°	150°	—	o. B.	Callus völlig abgebaut
GB 4j.	—	½ J.	—	—	5°	150°	Vr 10°	o. B.	—
MW 10j.	Ulnarisparese post op.	1 J.	—	10°	5	150°	Vr 15°	o. B.	Parese nach einem Monat behoben
ME 13j.	Radialisparese post op.	9 J.	+	15°	5	140°	Vr 5°	o. B.	Olecranon-Pseudarthrose Parese nach 4 Monaten behoben
LH 9j.	Callus luxurians	5 J.	—	—	5°	150°	Vr 20°	o. B.	Callus völlig abgebaut
SB 7j.	—	2 J.	—	20°	—	140°	Vr 15°	o. B.	—
SA 7j.	—	8 J.	—	20°	—	145°	Vr 20°	o. B.	—
KG 8j.	—	6½ J.	—	15°	15°	125°	Vr 15°	o. B.	—
RR 8j.	Radialisparese ante op.	2 J.	++	10°	15°	130°	Vr 20°	o. B.	Parese behoben
PE 10j.	Hämatom post op., Drainage	1 J.	—	20°	5°	135°	Vr 5°	o. B.	—
HA 6j.	—	9 J.	++	25°	—	150°	Vr 20°	o. B.	Trochlea-Arthrose
LM 8j.	Myositis ossificans	5 J.	—	20°	20°	130°	Vr 10°	o. B.	Myositis unverändert
HP 5j.	Radialisparese ante op.	3 J.	—	—	50°	130°	Vr 5°	o. B.	Parese nach 2 Monaten behoben
BM 6j.	—	1 J.	—	5°	35°	105°	Vg 10°	o. B.	—
SS 6j.	schlechte Rep. sub op.	9 J.	—	10°	60°	90°	Vr 15°	o. B.	—
BK 8j.	p.s. Wundheilung sek. Olecranon-Nagelung	2 J.	++	45°	70°	50°	Vg 5°	o. B.	Trochlea stark verändert Olecranon-Pseudarthrose
SK 9j.	schlechte Rep. sub op.	4 J.	—	—	55°	115°	Vr 35°	o. B.	—
SE 10j.	Ulnarisläsion sub op. p.s. Wundheilung	6 J.	+	30°	20°	100°	—	o. B.	Parese nach einem Jahr behoben

Abweichungen der Achse des Humerus zur Achse des Vorderarmes bestanden sehr häufig und traten fast ausschließlich im Sinne der Varität auf. Diese Stellungsanomalien sind klinisch aber nur feststellbar, wenn keine Streckhemmung besteht, in allen anderen Fällen können sie nur röntgenologisch erfaßt und in der von *Kälin* angegebenen Art und Weise gemessen werden. Auf die Gelenkfunktion hat die vermehrte Varität oder Valgität keinen Einfluß. Sie wirkt sich nur kosmetisch störend aus, aber auch nur dann, wenn sie 20° oder mehr beträgt und wenn gleichzeitig der Arm voll gestreckt werden kann.

Gesamthaft sind die funktionellen Spätresultate nach operativer Freilegung der Fraktur bei den ersten 10 Fällen der Übersicht als sehr gut, bei den folgenden 7 Fällen als befriedigend und bei den letzten 4 Fällen als schlecht zu bezeichnen. Es konnten somit durch den Eingriff bei diesen ungünstigsten Fällen, bei denen wiederholte manuelle Repositionen zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt hatten, in 80% der Fälle sowohl anatomisch als auch funktionell befriedigende Resultate erzielt werden.

Auf Grund dieser Ergebnisse glauben wir, daß die Freilegung dieser Frakturen bei gegebener Indikation trotz allerlei Gefahren und Komplikationsmöglichkeiten heutzutage ihre Berechtigung hat und dazu beiträgt, die Resultate dieser besonders schweren Frakturform zu verbessern.

Neben der transartikulären Freilegung der diakondylären Humerusfrakturen wurde auf der chirurgischen Abteilung der Universitätskinderklinik seit dem Jahre 1945 in geeigneten Fällen auch die percutane Drahtung zur Fixation der Fragmente vorgenommen.

Oft bereitet, besonders bei großem Hämatom, die Retention der Fragmente mehr Schwierigkeiten als die Reposition. Da die starke Spitzwinkelstellung des Ellbogens, in der die Reposition oft gelingt, wegen der Gefahr einer Ischämie nicht aufrechterhalten werden darf, gleiten die Fragmente bei der notwendigen Deflexion oft wieder voneinander ab, da dabei die Schienung des Oberarmes am Vorderarm verloren geht.

In dieser Situation ist die percutane Drahtung als operative Methode zur Fixation der Fragmente angezeigt. Sie kann primär, d. h. unmittelbar nach erfolgter manueller Reposition oder sekundär angewandt werden, wenn es sich zeigt, daß eine Ischämie droht (vgl. Abb. 4–5).

In Narkose wird die Fraktur in der zu Beginn beschriebenen Art und Weise manuell reponiert, wozu das Gelenk maximal flektiert wird, so daß der Oberarm vollkommen am Vorderarm geschient wird. Ergibt die Durchleuchtung eine gute Fragmentstellung, so wird der Arm bis zur Beendigung der Drahtung in dieser Stellung durch Umgreifen von Vorder- und Oberarm behalten. Die Richtung der Humerusachse und die zwei Einstichstellen der Kirschner-Drähte unmittelbar über den Epikondylen des peripheren Fragmentes können auf der Haut aufgezeichnet werden. Nun wird beidseits ein Draht durch die Haut ins Periost des Fragmentes gesteckt und mittels

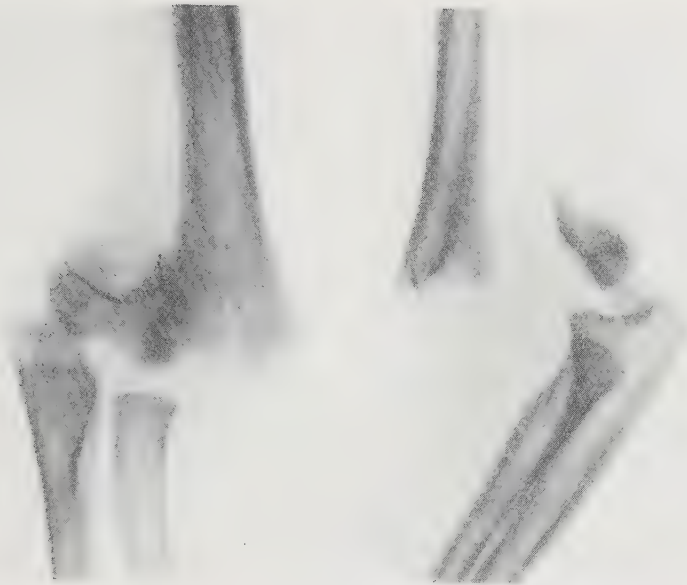


Abb. 4. Diakondyläre Querfraktur mit starker Dislokation bei 7jähr. Mädchen (M.U.).

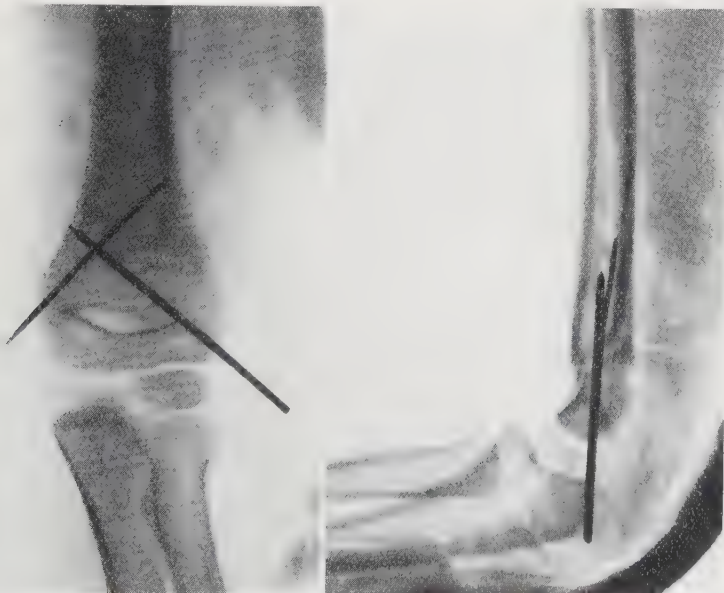


Abb. 5. Manuelle Reposition und percutane Drahtung mittels zweier Kirschner-Drähte (M.U.).

eines Bohrers oder besser des Drahtnagelgerätes nach *Sachse* in schräg aufsteigender Richtung von etwa 45° durch das Fragment in den Humerusschaft getrieben. Auf der medialen Seite ist darauf zu achten, daß der N. ulnaris nicht verletzt wird. Die Abtastung des Sulcus n. ulnaris ist aber bei der bestehenden Weichteilschwellung nicht immer leicht. Auch das Verschieben der Kirschner-Drähte in den Humerusschaft stößt gelegentlich auf Schwierigkeiten. Um ein Abgleiten der Drähte in die Weichteile zu verhindern, ist die Einführung derselben unter dem Durchleuchtungsschirm zu empfehlen. Ergibt die Durchleuchtung in der a/p und der seitlichen Richtung eine gute Lage der Drähte, so kann das Ellbogengelenk völlig deflektiert werden, ohne daß sich die Fragmentstellung verändert. Die Drahtenden, die die Haut etwa 1-2 cm überragen sollen, werden steril eingebunden und der Arm wird mittels einer dorsalen Gipsschiene in Mittelstellung des Ellbogengelenkes ruhiggestellt.

Nach diesem Verfahren wurden 16 Kinder mit diakondylären Humerusfrakturen behandelt. Bei guter Lage der Drähte wurde bereits nach 2 bis $2\frac{1}{2}$ Wochen mit der aktiven Mobilisierung begonnen, und nach 3 Wochen wurden in der Regel die Drähte entfernt. Auf diese Art verkürzte sich die Zeit der Hospitalisation auf durchschnittlich 4-5 Wochen, diejenige der ambulanten Nachbehandlung auf 2-3 Monate.

Als Komplikationen ergab sich in zwei Fällen eine Parese des N. radialis und in einem Falle eine solche des N. ulnaris. Diese Lähmungserscheinungen, die vielleicht der Methode zur Last gelegt werden müssen, hatten aber eine gute Prognose. Die völlige Restitution der Funktion konnte nach 2-3 Monaten festgestellt werden. Nur in einem Falle, bei dem eine Radialisparese bereits vor dem operativen Eingriff bestand, war bei der Kontrolle nach 3 Jahren noch eine Hypästhesie des Daumens vorhanden. Andere Komplikationen wurde nicht beobachtet, insbesondere traten unter Penicillinabschirmung nie Infektionen auf. Die Kirschner-Drähte wirkten auch hier wiederum im Sinne einer Drainage des oft prallen Frakturhämatoms.

Mit dieser Methode konnte bei 9 Kindern eine ideale Fragmentstellung erzielt werden, bei 7 Patienten bestanden röntgenologisch noch unbedeutende Verschiebungen. Überschüssige Callus- oder Spornbildung sowie Kapselverkalkungen konnten nie festgestellt werden. Anlässlich der Nachkontrolle nach durchschnittlich $3\frac{1}{2}$ Jahren, zu der 14 von den 16 operierten Kindern erschienen, war röntgenologisch von der Fraktur oft kaum mehr etwas zu erkennen. Subjektive Beschwerden wurden nie angegeben, und objektiv konnte in keinem der Fälle ein Befund im Sinne einer Arthrose, einer Muskelatrophie oder einer Wachstumsstörung des Humerus erhoben werden. Die funktionellen Endresultate sind aus der Tabelle 2 zu ersehen. Obschon es sich dabei immer um Frakturen mit primär sehr starker Dislokation gehandelt hat, sind die funktionellen Spätresultate fast durchwegs sehr gut ausgefallen. Einschränkungen der Flexion und der Extension

traten nur vereinzelt auf und waren sehr gering. Ein etwas größerer Extensionsausfall bestand nur bei einem Knaben, der sich nach der Entlassung eine Refraktur zugezogen hatte, die auswärts behandelt wurde. Nach den Angaben der Eltern war die Beweglichkeit des Ellbogens vor diesem zweiten Trauma wesentlich besser gewesen.

Aus diesen Nachuntersuchungen geht hervor, daß die percutane Drahtung der diakondylären Humerusfrakturen, eine noch wenig bekannte Methode, recht befriedigende Resultate ergibt. Ihre Indikation ist genau umschrieben. Sie ermöglicht die Umgehung einer Gelenkeröffnung und erlaubt die Fixation des Armes in einer Mittelstellung des Ellbogengelenkes, so daß schwerwiegende Komplikationen wie Ischämie und Kapselschrumpfungen vermieden werden können. Der einzige Nachteil der Methode liegt darin, daß die Fixation der Fragmente mit Kirschner-Drähten technisch nicht ganz einfach ist und wiederholte Durchleuchtungen erfordert. Durch ganz kurze Expositionen können aber Schädigungen des Patienten und des Operateurs vermieden werden.

2. Die Fraktur der Condylus radialis humeri

Auch bei diesen weniger schweren Formen von Frakturen am distalen Humerusende stellt sich die Frage einer operativen Versorgung, wenn die manuelle Reposition nicht gelingt. Das kleine Fragment, das oft von einem großen Bluterguß umgeben ist, wird durch den Zug des an ihm inserierenden M. anconaeus und M. supinator gegen den Gelenkspalt in distaler Richtung gezogen und außerdem so verdreht, daß die Bruchfläche des peripheren Fragmentes der radialen Seite zugekehrt ist. Bei ungenügender Reposition kommt es infolge starker Callusbildung zur Einschränkung der Beweglichkeit des Ellbogengelenkes. Die Dislokation des Condylus radialis führt zu Deformationen meist im Sinne eines Cubitus varus, seltener eines Cubitus valgus. Letzterer entsteht oft erst sekundär infolge Störungen des Epiphysenwachstums. Stufenbildungen innerhalb des Gelenkes bedingen arthronotische Veränderungen. Bei stärkeren Dislokationen im Sinne einer Verdrehung des peripheren Fragmentes ist sogar mit einer Pseudarthrosenbildung zu rechnen. Da die manuelle Reposition wegen der geringen Handhabe an dem relativ kleinen Fragment oft nicht gelingt, ist aus den erwähnten Gründen der operative Eingriff angezeigt.

Nach Untersuchungen von *McDonnell* an einem größeren Material muß bei konservativer Behandlung dieser Brüche in 50% der Fälle mit einem schlechten Endresultat gerechnet werden. Von seinen 17 offen reponierten Fällen hingegen war das Endergebnis nur bei 3 Kindern schlecht. Auch *Mroz*, *Boyd*, *Brewster* u. a. kommen auf Grund ihrer Nachkontrollen zu denselben Schlußfolgerungen.

Nach ein- oder mehrmaligem erfolglosem Repositionsversuch wurde in unserem Material in 8 Fällen operiert. Der Zugang erfolgte von einem Längs-

schnitt seitlich über dem Fragment. Die Reposition gelang nach dem Aufsuchen der Bruchflächen in Flexionsstellung des Gelenkes in allen Fällen relativ leicht. Die Fixation des Fragmentes erfolgte bei 3 Patienten mittels Periostseidennähten, bei 5 Patienten mittels eines Kirschner-Drahtes, der durch das Fragment in den Humerusschaft geschlagen und zur Wunde herausgeleitet wurde. Die Ruhigstellung erfolgte nach Durchleuchtungskontrolle in Mittelstellung des Gelenkes durch eine dorsale Gipsschiene für 2½ bis 3 Wochen, wonach die Drähte entfernt und mit aktiver Mobilisierung und physikalischer Therapie begonnen wurde. Die Exstirpation des Fragmentes ist im Kindesalter völlig abzulehnen, da diese wegen des Ausfalls von epiphysären Wachstumszonen zu Störungen des Längenwachstums und schweren Deformationen des Gelenkes führt.

Komplikationen als unmittelbare Folgen des Eingriffes wie Nervenparesen und Infektionen traten nie auf, jedoch erfolgte bei 2 Kindern die Konsolidation der Fraktur in schlechter Stellung. Im einen Falle (BK der Tabelle 3) stellte sich trotz Fixation mit einem Kirschner-Draht postoperativ ein Abgleiten des Fragmentes ein. Im andern Falle (LL der Tabelle 3) bestand noch eine zusätzliche Absprengung des Epicondylus ulnaris mit Interposition zwischen die Gelenkfläche der Trochlea und der Ulna. Nach der operativen Fixation des Condylus radialis und der Reposition des Epicondylus ulnaris blieb die Flexion im weiteren Verlaufe aber noch stark behindert. Als Ursache ergab das Röntgenbild ein kleines Fragment volar im Bereiche des Gelenkes. Bei seiner operativen Entfernung stellte man fest, daß es sich um den relativ großen knorpeligen Epicondylus ulnaris handelte, der wiederum frei im Gelenke lag und röntgenologisch kaum sichtbar gewesen war. Wegen ausgedehnter Kapselverkalkungen wurde das Gelenk außerdem in Narkose mobilisiert und ein volarer Sporn der Ulna nach einem Jahr operativ entfernt.

Mit Ausnahme der bereits erwähnten 2 Fälle ergab die röntgenologische Nachkontrolle bei allen andern Kindern ein gutes anatomisches Endresultat. Eine Nachuntersuchung konnte nach durchschnittlich 5 Jahren bei 7 der 8 operierten Kinder durchgeführt werden. Die funktionellen Resultate sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Subjektiv beklagten sich nur die beiden bereits erwähnten Kinder mit primär schlechter Fragmentstellung über arthronotische Beschwerden, objektiv konnte hingegen bei zwei weiteren Patienten eine Arthronose, die sich auf das Radiohumeralgelenk beschränkte, festgestellt werden. Alle Fälle, in denen auf operativem Wege eine gute Reposition der Fragmente erzielt werden konnte, zeigten ein gutes funktionelles Resultat, da die Einschränkung der Beweglichkeit des Ellbogens nur unbedeutend war und Achsenabweichungen im Sinne der Varität oder Valgität fehlten. Ausgesprochen schlechte funktionelle Resultate zeigten hingegen die zwei Kinder, bei denen es nicht gelungen war, eine gute Fragmentstellung zu erreichen. Bei diesen bestand nicht nur ein erheb-

Tabelle 2

Resultate der percutan gedrahteten diakondylären Frakturen

Alter	Besonderheiten post. op.	Arthronose	Flexions- ausfall	Extensions- ausfall	Exkursions- breite	Achsen- stellung Vr - Varität	Sensibilität und Motorik	Besonderheiten im Verlauf
MU 7j.	Radialisparese post op.	—	—	—	165°	—	o. B.	Parese nach 3 Monaten behoben
KK 11j.	—	—	—	—	165°	—	o. B.	—
GM 9j.	—	—	—	—	165°	—	o. B.	—
ME 7j.	—	—	—	—	165°	—	o. B.	—
BR 6j.	—	—	—	—	160°	—	o. B.	—
HH 9j.	—	—	—	—	160°	—	o. B.	—
MH 8j.	Radialisparese ante op.	—	—	—	160°	—	o. B.	Hypästhesie des Daumens noch nach 3 Jahren
SF 8j.	—	—	—	10°	160°	Vr 10°	o. B.	—
BE 3j.	—	—	—	—	160°	Vr 25°	o. B.	—
BW 11j.	Ulnarisparese post op.	—	—	—	155°	—	o. B.	Parese nach 3 Monaten behoben
HH 7j.	Radialisparese post op.	—	—	15°	145°	Vr 10°	o. B.	Parese nach 2 Monaten behoben
RY 7j.	—	—	—	15°	145°	—	o. B.	—
AA 12j.	—	—	—	15°	145°	—	o. B.	—
WW 4j.	—	—	10°	25°	130°	—	o. B.	spätere Refraktur

Tabelle 3

Resultate der operativ reponierten Frakturen des Condylus radialis humeri

PH 9j.	—	—	5°	170°	—	o. B.	Radiohumerales Arthronose
HK 5j.	—	+	5°	155°	—	o. B.	—
BR 5j.	—	—	5°	145°	—	o. B.	—
HH 5j.	—	—	—	145°	—	o. B.	Radiohumerales Arthronose
SA 11j.	—	+	10°	135°	—	o. B.	Arthronose ganzes Gelenk
BK 7j.	schlechte Stellung post op.	+	30°	105°	Vr 30°	o. B.	Arthronose ganzes Gelenk
LL 6j.	Entfernung Epicond. uln.	+	40°	80°	Vr 30°	o. B.	Arthronose ganzes Gelenk

licher Ausfall der Exkursionsbreite, sondern auch eine kosmetisch störende Varität von 30°.

Voraussetzung für ein gutes Endresultat bei diesen Brüchen ist somit die möglichst stufenlose Adaptation der Bruch- und Gelenkflächen, die sehr oft nur operativ erreicht werden kann.

3. Die Fraktur des *Epicondylus ulnaris humeri*

Wie bereits erwähnt, sind bei dieser selteneren Fraktur, die im Grunde genommen eine Epiphysenlösung darstellt, drei Formen zu unterscheiden: der partielle Abriß mit geringer Dislokation, der vollständige Abriß mit Blockierung des Gelenkes durch Interposition des Bruchstückes und der vollständige Abriß mit gleichzeitiger Luxation des Vorderarmes nach radial und dorsal.

Die beiden letzten Formen bilden bei der manuellen Reposition naturgemäß am meisten Schwierigkeiten, da das Fragment bei völligem Abriß des Periostes durch den Zug des M. pronator teres und der Beuger gegen den Gelenkspalt hin gezogen und gleichzeitig verdreht wird. Oft wird bei bestehender Luxation die Abrißfraktur am Humerus wegen der Kleinheit des Knochenkernes erst nach Einrichtung der Luxation erkannt. Wie bei den Brüchen des Condylus radialis liegt auch hier die Indikation zur blutigen Reposition immer dann vor, wenn die ideale Einrichtung manuell nicht gelingt oder wenn die Retention des Bruchstückes ohne Reluxation des Vorderarmes nicht erreicht werden kann. In unseren 10 Fällen wurde der Eingriff wegen schlechter Fragmentstellung 4mal bei partieller Abrißfraktur mit Verdrehung des Bruchstückes, 3mal bei Interposition desselben und 3mal bei gleichzeitiger Luxation des Vorderarmes ausgeführt. Von diesen letzteren wurden zwei zur Operation eingewiesen, nachdem erst die Röntgenkontrolle nach Reposition der Luxation eine Fraktur des Epicondylus ergeben hatte. Die Ulnarisparese, die in den 3 Fällen mit gleichzeitiger Luxation auftraten, bildeten an und für sich keine Indikation zum Eingriff, da es sich dabei um operativ nicht beeinflussbare Kontusionen des Nerven handelte.

Der Eingriff wurde in allen Fällen in Narkose ausgeführt und der Hautschnitt über der Bruchstelle angelegt. Der N. ulnaris wurde freipräpariert und angeschlungen. Erstaunlich war regelmäßig die Größe des knorperligen Fragmentes, das stark verdreht völlig abgelöst an Kapselresten und der Muskulatur hing. Die Reposition gelang wegen der Interposition der Beugemuskulatur jeweils erst nach völliger Derotierung des Bruchstückes. Nach Kontrolle der Kontinuität der Gelenkfläche wurde das Fragment in allen Fällen mit Hilfe eines Kirschnerdrahtes, der zur Wunde herausgeleitet wurde, am Condylus fixiert. Periostseidennähte allein wurden nie verwendet, da diese dem Muskelzuge nie standhielten. Nach einer Durchleuch-

Tabelle 4
 Resultate der operativ reponierten Frakturen des Epicondylus ulnaris humeri

Alter	Besonderheiten post op.	Arthrose	Plexions- ausfall	Extensions- ausfall	Flexions- breite	Achsen- stellung	Einschrän- kung von Pronation u. Supination	Sensibilität und Motorik	Besonderheiten im Verlauf
CA 9j.	—	—	—	—	160°	—	—	o. B.	—
BL 11j.	Stahlstift abgebrochen	—	—	5°	155°	—	—	o. B.	Stiftspitze eingeheilt
LM 11j.	—	—	—	—	150°	—	—	o. B.	—
BD 12j.	—	—	—	10°	145°	—	—	o. B.	—
BE 13j.	—	—	—	15°	145°	—	—	o. B.	—
BP 13j.	Ulnarisparese ante op.	—	10°	—	135°	—	—	o. B.	Parese nach 6 Monaten behoben
GH 9j.	Ulnarisparese ante op.	—	5°	5°	125°	—	—	o. B.	Parese nach 6 Monaten behoben
GE 14j.	Ulnarisparese ante op. schlechte Rep. sub op.	—	5°	35°	120°	—	20°	o. B.	Parese nach 2 Monaten behoben
GP 15j.	Relux. post op. Myositis	—	15°	65°	80°	—	70°	o. B.	Myositis unverändert

tungskontrolle wurde der Arm für die Dauer von $2\frac{1}{2}$ 3 Wochen in Mittelstellung auf einer Gipsschiene ruhiggestellt und hochgelagert. Nach dieser Zeit wurde der Draht entfernt und das Gelenk mobilisiert.

Als Komplikation trat bei einem Kinde (GP der Tabelle 4) postoperativ eine Reluxation auf, die erst nach einer Woche entdeckt wurde. Während der Nachreposition löste sich das Fragment vom Kirschner-Draht und heilte in schlechter Stellung unter Stufenbildung und Verdrehung an. Bei einem weiteren Kinde, bei dem zur Fixation ein Stahlstift verwendet worden war, brach dessen Spitze ab und heilte reizlos im Humerusschaft ein.

Von den 10 operierten Kindern konnten 9 nach einem Intervall von durchschnittlich 5 Jahren nachkontrolliert werden. Subjektiv klagten zwei Patienten über arthronotische Geräusche im Bereiche des Gelenkes, ohne jedoch dabei Schmerzen zu empfinden. Über starke Wetterempfindlichkeit beklagte sich das Kind, bei dem die Spitze eines Stahlstiftes im Humerus zurückgeblieben war. Die übrigen Patienten waren vollkommen beschwerdefrei und teilweise bereits voll berufstätig.

Das anatomische Ergebnis der operativen Reposition war mit Ausnahme des einen, bereits erwähnten Falles durchwegs sehr gut und die Fraktur bei der Nachkontrolle meist kaum mehr erkennbar. Beim Kinde GP bestanden jedoch nach 4 Jahren noch ausgedehnte Kapselverkalkungen, Spornbildungen am Humerus und ein unverändert großer Kalkschatten der Weichteile als Ausdruck einer Myositis ossificans.

Die Spätresultate sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Daraus ergibt sich, daß auch hier die Gelenkfunktion bei komplikationslosem Verlauf und guter Reposition des Bruchstückes als gut zu bezeichnen ist. Nur bei zwei Kindern, bei denen das Fragment in schlechter Stellung angeheilt war, traten stärkere Einschränkungen der Flexion, der Extension und interessanterweise - im Gegensatz zu allen anderen Frakturformen des unteren Humerusendes - auch eine Behinderung der Pronation und Supination auf. Andererseits hatte die schlechte Reposition keinen Einfluß auf das Gelenk im Sinne einer vermehrten Varität oder Valgität. Die Prognose der stets unfallbedingten Ulnarisparese, die nur bei den Formen mit gleichzeitiger Luxatio cubiti beobachtet wurde, war stets eine gute, indem sich unter entsprechender Behandlung die Erscheinungen innerhalb 1 6 Monaten voll zurückgebildet hatten.

Auf Grund dieser Ergebnisse kann die operative Behandlung dieser intraartikulären Brüche bei entsprechender Indikation empfohlen werden. Voraussetzung für ein gutes Endresultat ist auch hier die genaue Reposition des Bruchstückes und dessen kräftige Fixation. Auch *Wilson*, der über 36 Fälle berichtet, erzielte bei 3 seiner 4 operierten Kinder auf diese Art sehr gute Resultate.

Zusammenfassung

An Hand von 57 Kindern, die auf der chirurgischen Abteilung der Universitätskinderklinik Zürich wegen Frakturen im Bereiche der distalen Humerusmetaphyse operativ behandelt und größtenteils nachkontrolliert wurden, werden Indikation, operatives Vorgehen und Spätresultate besprochen.

Bei den kondylären Querbrüchen, bei denen die manuelle Reposition nicht gelingt oder bei denen Störungen der Zirkulation mit drohender Ischämie vorliegen, führt die blutige Reposition und Fixation der Fragmente in 80% der Fälle zu anatomisch und funktionell guten Resultaten.

Gelingt hingegen bei diesen Brüchen die manuelle Reposition, lassen sich aber die Fragmente wegen Ischämiegefahr nicht retinieren, so ist die percutane Drahtung als Methode der Wahl angezeigt, die durchwegs gute Resultate ergab.

Bei den Frakturen des Condylus radialis und Epicondylus ulnaris ist die operative Freilegung und die Fixation der Fragmente mit Kirschner-Drähten bei stärkeren Dislokationen und erfolglosen manuellen Repositionsversuchen angezeigt. Bei exakter Adaptation der Fragmente wurden auch hier gute funktionelle Resultate erzielt.

Die bei kindlichen Knochenbrüchen im allgemeinen auch heute noch berechnete Zurückhaltung gegenüber operativen Eingriffen ist bei den häufigen und oft Schwierigkeiten verursachenden Frakturen des distalen Humerusendes weniger angezeigt, gelingt es doch durch ein aktiveres Vorgehen in den meisten Fällen Versteifungen und schwere Deformationen des Ellbogen gelenkes zu verhindern.

Boyd: Surg. etc. **89**, 775 (1949). – *Brewster*: Surg. etc. **71**, 643 (1940). – *Cohn*: Arch. Surg. (Am.) **3**, 357 (1921); **2**, 455 (1921). – *Mc Donnell*: J. Bone Surg. (Am.) **30**, 347 (1948). – *Kälin*: Bleibende Stellungsanomalien nach suprakondylären Frakturen. Diss. Zürich 1922. – *Kim*: J. Bone Surg. (Am.) **24**, 270 (1942). – *Lejars*: Chirurgie d'Urgence. 1936. – *McLennan*: Surg. etc. **64**, 447 (1937). – *Mroz*: Surg. etc. **60**, 735 (1935). – *Odell*: Surg. etc. **92**, 69 (1951). – *Ombredanne*: Chirurgie infantile. 1944. – *Ombredanne-Mathieu*: Traité de chirurgie orthopédique. 1937. – *Schinz*: Lehrbuch der Röntgendiagnostik. 1950. – *Siris*: Surg. etc. **68**, 201 (1939.). – *Steindler*: Surg. etc. **62**, 358 (1936). – *Tenchio*: Heilung und Spätfolgen kindlicher Ellbogenbrüche. Dissertation, Zürich 1932. – *Watson-Jones*: Fractures and Joint Injuries. – *Wilson*: Surg. etc. **56**, 335 (1933).

Curriculum vitae

Ich wurde im Jahre 1920 in Zürich geboren, wo ich die Primar- und Mittelschule besuchte und 1939 die Maturität bestand. Mit Ausnahme eines Semesters in Lausanne absolvierte ich die Medizinstudien alle in Zürich, wo ich die propädeutischen Examina 1941 und 1943, das Staatsexamen 1946 bestand. Seither war ich als Assistent im Auslande sowie an der chirurgischen Klinik des Kantonsspitals Zürich und an der chirurgischen Abteilung des Kinderspitals Zürich tätig, wo ich mich auch dieser Arbeit widmete.

